RÉSUMÉ DE THÈSE

Implications paléoenvironnementales et paléoalimentaires des abondances isotopiques en carbone et azote des poissons téléostéens, par Elise Dufour, Laboratoire de Biogéochimie Isotopique, Université P. et M. Curie (Paris VI), 75252 Paris cedex 05, FRANCE. [edufour@ccr.jussieu.fr]

Thèse de doctorat de l'Université P. et M. Curie, Mémoire des Sciences de la Terre n°99-4, Biogéochimie, 1999, 198 p., 49 figs, 2 pls, 420 réfs, 4 annexes.

Les mesures des teneurs en isotopes stables effectuées sur les organismes sont désormais couramment appliquées aux études paléoenvironnementales et des paléorégimes alimentaires. Ces applications sont cependant encore restreintes pour la zone eurasienne et ont largement négligé les poissons téléostéens, malgré leur vaste répartition spatiale et temporelle, et leur place dans l'alimentation des prédateurs terrestres, dont l'homme. Les potentialités de l'utilisation des signaux isotopiques chez les téléostéens eurasiens sont discutées à la lumière des analyses de $\delta^{13}C$[1], $\delta^{15}N$ et $\delta^{18}O$ de différents tissus organiques (muscle, collagène osseux) et carbonatés (otolithe, apatite osseuse), réalisées sur un échantillonnage d'une grande diversité taxinomique, biologique et géographique (Manche, Méditerranée, lacs Leman, de Constance, d'Aiguebelette et Baïkal). En préalable à l'interprétation de ces mesures, la variabilité interindividuelle est définie par l'analyse de spécimens en milieu contrôlé (pisciculture).

D'importantes variations des $\delta^{13}C$ et $\delta^{15}N$ musculaires peuvent exister aux niveaux inter- et intraspécifiques et intrapopulationnel. Cette variabilité s'explique par la flexibilité alimentaire des poissons et par la variabilité isotopique des écosystèmes aquatiques. A une espèce ne correspondant pas *une* valeur isotopique et les ressources marines, dulçaquicoles et terrestres n'étant pas parfaitement séparées, la gamme de variation des ressources ichtyologiques doit être établie localement avant toute étude paléoalimentaire. Les $\delta^{13}C$ et $\delta^{15}N$ des poissons sont liés à des paramètres du milieu, comme le statut trophique des lacs, et leur utilisation comme témoins des conditions environnementales ou des échanges commerciaux est prometteuse. Pour cela, la caractérisation de la signature enregistrée par les tissus fossilisables s'avère nécessaire.

L'analyse du collagène osseux permet de reconstituer les conditions de l'environnement et les réseaux trophiques. Concernant les applications paléoalimentaires, une variabilité dans la relation entre les $\delta^{13}C$ et $\delta^{15}N$ du muscle et du collagène complique l'estimation des proportions en protéines de différentes sources consommées par le prédateur. Cette variabilité serait liée à l'histoire individuelle et ne paraît pas spécifique aux poissons. Les $\delta^{13}C$ moyens du carbonate des os et otolithes, ainsi que la différence de teneurs en ^{13}C avec les tissus organiques, dépendent du milieu: marin ou dulçaquicole, taille du lac. Leur mesure pourra donc être appliquée aux études paléoenvironnementales. Ce n'est pas le cas pour les études des relations trophiques entre poissons ou de la consommation de poissons par les prédateurs, en l'absence de relation isotopique fixe avec les tissus organiques. Il existe enfin une variation dans la relation entre les $\delta^{13}C$ moyens des deux tissus carbonatés, dont l'origine serait d'ordre physiologique ou liée à l'histoire individuelle.

Les tissus étudiés ne possèdent pas de chances équivalentes de conservation à l'état fossile. Les os sont plus fragiles et la qualité de conservation du collagène pourra dépendre de l'espèce. Des indicateurs chimiques et minéralogiques de l'altération diagénétique chez des otolithes actuelles et fossiles ont été recherchés. Les otolithes sont susceptibles de se conserver quelle que soit l'espèce et pour des périodes anciennes.

---

[1] $\delta^{13}C = [^{13}C/^{12}C_{échantillon} / ^{13}C/^{12}C_{référence} - 1] . 1000$

Summary. - Palaeoenvironmental and palaeodietary implications of carbon and nitrogen isotopic abundances of teleost fishes.

Measurements of the isotopic composition of organisms are now widely employed in palaeoenvironmental and palaeodietary studies. However, the Eurasian region has not been much investigated, and teleost fishes have been largely neglected, notwithstanding their large spatial and temporal range and their importance in the diet of terrestrial predators such as humans. The potential use of isotopic ratios in Eurasian teleosts is discussed in the light of $\delta^{13}C$[1], $\delta^{15}N$ and $\delta^{18}O$ measurements of different organic (muscle, bone collagen) and carbonate (otolith, bone apatite) tissues, performed on fishes which are taxonomically, biologically and geographically (English Channel, Mediterranean, lakes Geneva, Constance, Aiguebelette and Baikal) diverse. Hatchery specimens were used to assess the magnitude of the variability inherent to isotopic measurements.

Large variations in $\delta^{13}C$ and $\delta^{15}N$ can exist at inter- and intraspecific, as well as intrapopulation, levels. This variability is due to flexibility in the dietary behaviours of fishes and to the isotopic variability of the ecosystem. It is therefore not possible to assign *a* single specific isotopic value to a given species. Moreover, overlaps exist between marine and freshwater resources and between freshwater and terrestrial resources. Checking the range of isotopic values on a local basis prior to palaeodietary reconstructions is necessary. Nevertheless, the relation between the isotopic composition of fishes and some identified parameters of their environment, such as trophic status, makes them useful for tracing palaeoenvironmental conditions or commercial exchanges. It is therefore important to characterise the isotopic signal of tissues which are likely to be preserved in ancient contexts.

$\delta^{13}C$ and $\delta^{15}N$ of fish bone collagen show a great potential for the reconstruction of trophic webs and palaeodiets, whereas mean $\delta^{13}C$ of apatite and otolith carbonate does not. However, there is some variation in the isotopic relation between collagen and muscle, that may not be specific to fishes. This variation is thought to be related to individual history and has consequences for determining the importance of the different protein sources eaten by fish predators. The measurement of all tissues allows environmental investigations: the $\delta^{13}C$ depends on whether the environment was freshwater or marine, and/or on the size of the lake. An isotopic variability also exists between otolith and apatite carbonate, which may have physiological causes.

The probability that ancient fish remains will be preserved are not the same for all the tissues. Fish bones are fragile and furthermore, bone collagen preservation will certainly prove to be species specific. Tracers of diagenetic alterations of otoliths have been investigated and otoliths appear likely to be preserved for a long time, regardless of taxonomic appartenance.

Key words. - Teleosts - Eurasia - Stable isotopes - Muscle - Bone - Otolith – Inter- and intra-individual variability - Palaeoenvironmental and palaeodietary implications - Diagenesis.